

AUDITORÍA ENERGÉTICA A EDIFICACIONES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO: INSTITUTO DE ENERGÍAS RENOVABLES.

Miguel-Morales¹, Oscar D González G¹, C. S. Seefoó¹, D Morillón G²

Instituto de Energías Renovables¹, Instituto de Ingeniería².

Universidad Nacional Autónoma de México, México.

¹Privada Xochicalco s/n, Temixco, Morelos CP. 62588, México, Tel: (52) - 777 362 0090.

E-mail: maalm@ier.unam.mx, odgog@ier.unam.mx, cssej@ier.unam.mx, damg@pumas.ii.unam.mx

Recibido 13/08/16, aceptado 10/10/16

RESUMEN: Una metodología para la auditoría energética es una herramienta con la que se busca las medidas de ahorro de energía y preservación ambiental, base de la sustentabilidad energética, haciendo relevante su realización en edificaciones de cualquier uso. Además de la metodología propuesta, se realizó una auditoría energética en el *Instituto de Energías Renovables* (IER) de la *Universidad Nacional Autónoma de México* (UNAM) a través del levantamiento-censo de las 36 edificaciones del instituto, como caso de estudio, por presentar edificios de diversos usos, como oficinas, aulas o salones de clases, biblioteca, restaurante, laboratorios, etc., con el fin de caracterizar los patrones actuales de consumo, demanda y uso final de la energía en dicha entidad, así como la definición de indicadores, lo cual permite comparar como usan la energía los edificios con relación a otros del mismos usos en clima similar, país y el mundo, también las estrategias encaminadas al ahorro y eficiencia energética, para la sustentabilidad energética, con y sin inversión económica.

Palabras clave: auditoría energética, eficiencia energética, indicadores energéticos, consumo, demanda y uso final de la energía.

1. Introducción.

En la actualidad, las fuentes de energía renovables han alcanzado una gran difusión debido a sus ventajas en cuanto al ahorro de combustible fósil y a la baja o nula emisión de contaminantes al medio ambiente durante la generación de energía, pero estas fuentes aún no satisfacen las necesidades energéticas, aunque han sido determinantes en la solución de muchos problemas energéticos, como en el caso de la electrificación rural y el abastecimiento de agua (Hernández, 2016).

Es así como, las denominadas fuentes de energía convencionales, basadas en hidrocarburos o combustibles fósiles, siguen siendo fuente principal de energía, tanto para el sector residencial como para el productivo. Por lo tanto, dado que no se puede, aun prescindir de los energéticos no renovables es necesario reforzar las medidas de ahorro y el uso racional

Sin embargo, el ahorro y el uso racional de cualquier forma de energía inevitablemente presupone la aplicación y control de estudios, auditorías y programas, detallados y específicos para ese fin, el cual debe estar diseñado a partir de métodos o procedimientos técnicamente fundamentados, que permitan identificar, sin importar el lugar donde se apliquen, la eficiencia y la responsabilidad con que es utilizada cualquier tipo de energía, principalmente la eléctrica. Para este propósito se aporta un conjunto de elementos que permiten realizar y evaluar la auditoría energética.

Una auditoría energética o *diagnóstico energético* (DEN) es una herramienta que analiza, mide y evalúa de manera sistemática y objetiva los principales equipos, sistemas y procesos consumidores de energía. Ofreciendo una posibilidad de mejora, modernización y ahorro de las mismas, con lo que se puede llegar a una mayor eficiencia energética.

Con lo cual, permite mejorar las condiciones del ambiente y de la producción en que se envuelve la misma, logrando superar en muchas ocasiones las *condiciones* actuales de producción y rendimiento de las personas. Normalmente la realización de una auditoría energética, hecho por profesionales en la materia, conduce a reducir los costos de producción sin afectar de manera negativa la calidad y cantidad de la misma.

Los objetivos primordiales de una auditoría energética entonces son (Junta de Castilla y León, S/F):

- ❑ Establecer, en primer lugar, un diagnóstico del Edificio desde el punto de vista de la eficiencia energética.
- ❑ Como consecuencia del mismo, definir una lista justificada de medidas de mejora encaminadas a un uso más racional de la energía en el Edificio.

Las auditorías energéticas se clasifican según la profundidad y el detalle con que se realizan, por lo que se distinguen tres categorías (Morillón, 2015):

- ❑ De nivel uno o básico.

Se lleva a cabo mediante un examen visual, con el cual se reconocen y revisan los equipos consumidores de energía, para generar una idea de los potenciales de ahorro, los cuales pueden ir encaminados a la modificación de los hábitos de operación, corrección de desperdicios o incorporación de tecnologías más eficientes. Aunque al no realizar mediciones, los potenciales de ahorro de energía son meramente estimados, por lo que los ahorros pueden o no lograrse. Su principal ventaja es dar, a un costo económico, una idea general sobre la existencia o no de posibilidad de ahorro energético.

- ❑ De nivel dos o fundamental.

Proporciona información sobre el consumo de energía, ya sea eléctrica o térmica, por áreas funcionales o procesos específicos de operación; siendo el más útil para conocer los potenciales de ahorro de una instalación, porque analiza cualitativa y cuantitativamente la mayor parte de los consumidores energéticos. Este nivel provee datos sobre el ahorro de energía y la reducción de costos, logrando crear metas para una mayor eficiencia energética. Para su realización, es importante contar con los equipos e instrumentos necesarios para la evaluación de parámetros energéticos.

- ❑ De nivel tres.

Genera información precisa y detallada, de todos y cada uno de los puntos relevantes del diagrama del proceso industrial o cualquier instalación a evaluar, así como las pérdidas de energía de cada uno de los equipos involucrados. El nivel se caracteriza por la participación de especialistas, el uso de instrumentación extensiva, por la adquisición de datos y por los estudios de ingeniería involucrada y, las acciones propuestas para lograr ahorro de energía son producto de reingeniería de los procesos. Su costo es mucho mayor al de segundo nivel.

A pesar de existir esta clasificación, el nivel de la auditoría energética no es estricto, debido a que en muchos casos se puede aplicar un estudio a una sola parte o etapa del proceso o instalación; creando niveles intermedios, que cubren ciertos objetivos y alcances para una área específica de proceso o instalación.

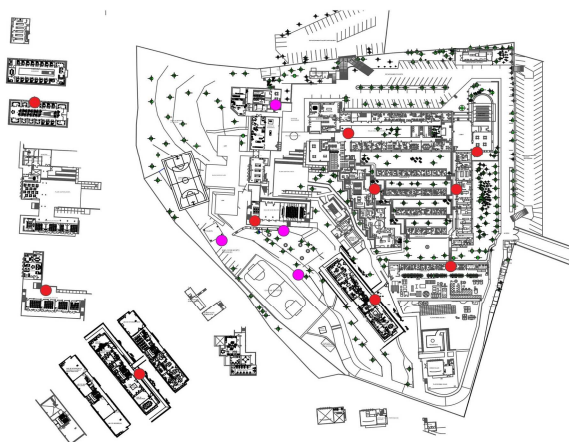


Fig. 2. Plano general del Instituto de Energías Renovables (2016). Superficie de construcción 14700 m².

1.1 Antecedentes.

Ubicado en el municipio de Temixco, Morelos, en el IER se realizan actividades de docencia, investigación y difusión en energías renovables, desde 1979 como Laboratorio de Energía Solar, después como Centro de Investigación en Energía (CIE) y actualmente como IER.

Se había realizado un DEN en 2006 al entonces CIE, el cual contaba con 12 223 m² distribuidos en 13 edificios ubicados en una superficie total aproximada de 32 581 m². De acuerdo a esta auditoría, dadas las actividades realizadas en esta institución, se requería de electricidad como energético principal, además de cantidades muy pequeñas de gas LP y de diésel, este último para operar la planta eléctrica de emergencia, la cual se utilizaba esporádicamente al presentarse cortes de energía en la zona (Dorantes, 2006).



Fig. 1. Instalaciones del IER - UNAM.

Las actividades de esta institución no han cambiado de forma fundamental con su evolución de centro a instituto, sin embargo ha tenido un crecimiento considerable. En la actualidad cuenta con 14 700 m² construidos distribuidos en 36 edificaciones (Figuras 1 y 2).

1.2 Clima y condiciones meteorológicas.

Como ya se mencionó, el municipio de Temixco, Morelos fue elegido para la construcción de este instituto de investigación de la UNAM, debido al privilegiado nivel de irradiancia solar con el que cuenta, siendo dicho factor clave para la investigación en el rubro de energía solar; sin embargo, este parámetro también lo hace un lugar caluroso.

Temixco se encuentra catalogado como clima cálido semihúmedo, presentando una temperatura media anual de 23 °C, con una máxima de 30,7 °C y una mínima de 15,4 °C (SMN, 2016), y cuenta a lo largo del año con un porcentaje de humedad relativa que ronda entre los 40 y 85 %, dependiendo de la temporada del año (BIOSOL, 2016).

De acuerdo con la estación solarimétrica del instituto, el promedio anual de irradiancia en la zona es aproximadamente 390 W/m², alcanzando valores superiores a los 1000 W/m² durante los meses de abril y mayo (ESOLMET-IER, 2016).

El periodo de estudio del presente trabajo se encuentra en plena primavera, el cual abarcó del 15 de abril al 15 de junio de 2016, durante la temporada de mayor calor e irradiancia solar de la región. Entre las condiciones meteorológicas más relevantes del dicho intervalo de tiempo, se encuentra que la temperatura media fue de 25,7 °C, registrando una máxima de 38,2 °C y una mínima de 13,9 °C; mientras que la mayor irradiancia solar registrada fue de 1153 W/m².

2. Metodología para la auditoría energética.

Se buscó caracterizar los patrones actuales de consumo energético en el IER con el fin de establecer un punto de partida para plantear estrategias específicas encaminadas al ahorro energético.

El DEN realizado se conformó de siete etapas: gestión de autorización, revisión de diagnósticos previos, análisis de facturación, levantamiento, medición de parámetros eléctricos, indicadores de energía y planteamiento de medidas correctivas. A continuación, se desglosa cada paso:

1. Gestión de permiso frente a autoridades del IER. Con la finalidad de contar con la completa cooperación del personal y usuarios del IER al momento de pedir datos o realizar el levantamiento, se solicitó permiso y apoyo a Dirección.
2. Revisión de diagnósticos energéticos realizados previamente a la institución, en este caso, el *Programa de conservación de energía del CIE* (Dorantes, 2006).
3. Análisis de facturación eléctrica de 32 meses, de agosto de 2013 a marzo de 2016.
4. Medición de parámetros eléctricos. Por medio del uso de un analizador de redes DM-III Multitest, se obtuvieron valores de voltaje, corriente, consumo, etc. El equipo fue conectado en la subestación del IER por una semana (de lunes a viernes).

5. Levantamiento. Fue realizado para todo el Instituto, dividiéndolo en 36 zonas distintas con el fin de simplificar el proceso de realización de esta etapa. De acuerdo al tipo de actividades realizadas en el IER, se establecieron categorías de interés para la auditoría, para cada una, fue diseñado un formato de llenado distinto con el cual se buscaba obtener los parámetros eléctricos de los equipos: cómputo, aire acondicionado, equipo de laboratorio, iluminación, taller, enfriadores de agua, ventiladores, misceláneos y bombas. En cada formato se recabó información sobre los parámetros eléctricos de cada equipo (potencia, voltaje, corriente), además del tiempo de uso diario y los días a la semana de uso. Con la información obtenida de los formatos, se realizó una estimación de la demanda instalada, consumo diario y semanal.
6. Indicadores de energía. De acuerdo a la ISO 5000-1, se estableció el Índice de Consumo de Energía Eléctrica (ICEE) para poder calificar el rendimiento de los edificios del IER; el índice seleccionado para calificar a la institución fue: ICEE por m² construido (kWh/m²).
7. Planteamiento de medidas correctivas con y sin inversión. Una vez caracterizados los patrones de consumo energético y establecido el punto de partida, se propusieron diversas medidas correctivas.

3. Resultados y análisis.

3.1 Facturación eléctrica.

El Instituto de Energías Renovables se suministra de energía eléctrica a través de la Comisión Federal de Electricidad CFE, mediante un contrato establecido para la tarifa H-M, la cual aplica a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrándose en media tensión, para lo cual se requiere una demanda de 100 kW o más. Además, la CFE hace una distinción de los cargos dependiendo la zona en la cual se encuentre dentro del territorio mexicano. Con base en los recibos emitidos por la CFE para el IER, desde agosto de 2013 hasta marzo de 2016, la demanda eléctrica que se tiene contratada es de 130 kW y corresponde a la región central del país. Además, se tienen bonificaciones por el factor de potencia, el cual es, para todos los meses revisados de 1.

En la Figura 3, se puede observar el comportamiento del consumo de la energía eléctrica (en kWh) y la demanda de potencia (en kW) para los meses señalados. Se puede observar una tendencia creciente a lo largo del tiempo, correspondiente al crecimiento que ha tenido el instituto en los últimos años. También, hay unos periodos donde el consumo y la demanda son menores, los cuales son en los meses de junio-julio y diciembre-enero. Estos dos periodos son de vacaciones docentes, por lo cual los ocupantes de las instalaciones disminuyen considerablemente, lo cual se ve reflejado en estos consumos y demandas.

Si comparamos el mes de septiembre de 2013 con el mismo mes pero del 2015, se observa un aumento del 21% en la energía consumida y un 29% en la demanda de potencia. Estos aumentos se relacionan con la puesta en marcha del edificio 3.1 a finales de 2014, el cual se compone de laboratorios con equipo especializado para diferentes ámbitos, los cuales consumen mucha energía. Si comparamos el mes de enero de 2016 con el mismo mes pero del año 2003 (Dorantes, 2006), se tiene un aumento del consumo en este periodo de más del 200 %, mientras que la demanda de potencia aumenta en más del 500 %.

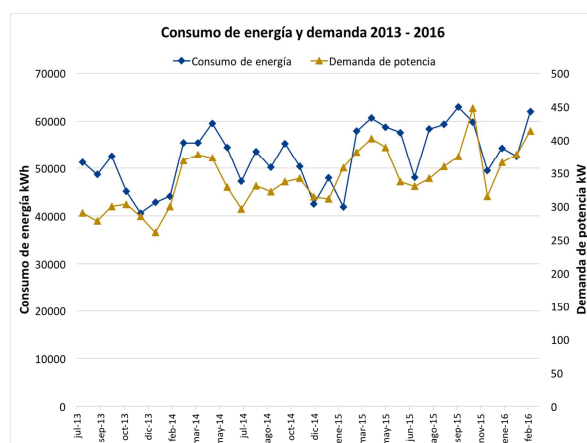


Fig. 3. Consumo de energía en kWh y de Demanda en kW para el periodo de agosto de 2013 a marzo de 2016.

Estos cambios de consumo y demanda se ven reflejados en los cargos por energía y los cargos por demanda. En la Figura 4, se puede ver el comportamiento de estos conceptos a lo largo del mismo periodo. Es notorio que los cargos por energía han ido bajando a lo largo del periodo, mientras que los cargos por la demanda han ido en aumento. Esta disminución del pago por energía es debida a la incorporación de arreglos fotovoltaicos en el instituto, los cuales, en potencia máxima logran suplir hasta el 21 % de la energía consumida por el instituto.

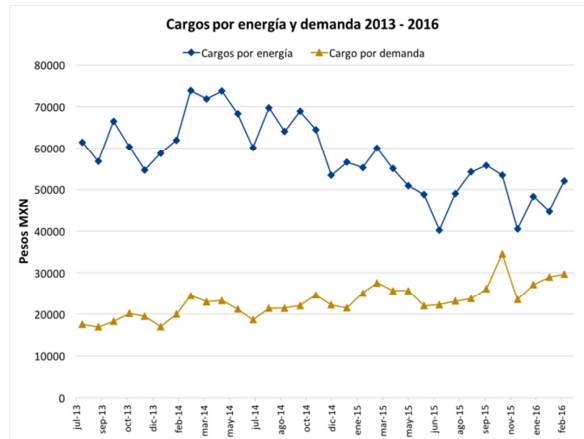


Fig. 4. Cargos por energía y demanda en pesos mexicanos para el periodo de agosto de 2013 a marzo de 2016.

3.2 Medición de parámetros eléctricos.

En la Figura 5, se muestra el perfil de carga instantánea del IER, es notorio que el perfil de demanda de lunes a viernes es similar, la demanda comienza a incrementarse a partir de las 08:00 h, hora en la que se comienza a laborar en las instalaciones del Instituto, mientras que los picos de demanda máxima se dan entre 13:00 y 17:00 h. La demanda máxima promedio registrada es de 107,16 kW. La demanda mínima se da entre 06:00-07:00 h entre semana y durante los fines de semana, el valor mínimo registrado se ubicó entre los 25 y 75,95kW.

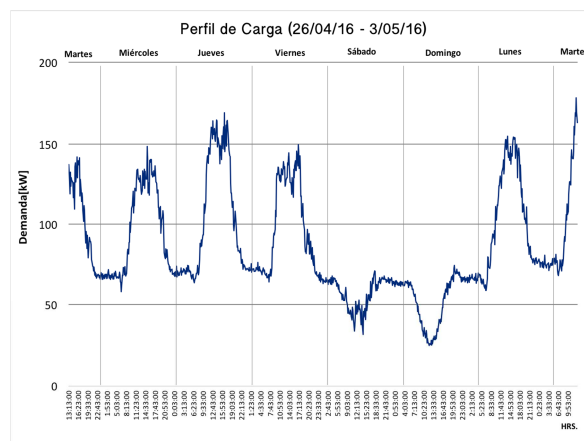


Fig. 5. Perfil de carga instantánea del IER durante la semana del 26/04/16 al 03/05/16.

Comparado con los datos de 2006, en donde la demanda máxima promedio era de 90 kW, mientras que la demanda mínima se encontraba alrededor de los 30 kW (Dorantes, 2006). La demanda creció un 16 % en los últimos 10 años.

Se muestra el perfil de corriente por cada fase en la Figura 6, como se observa, la mayor demanda se da entre lunes y viernes y, al igual que con el perfil de carga instantánea, esta aumenta a partir de las 08:00 h y mantiene un ritmo de alta demanda hasta las 21:00 h aproximadamente durante la semana laboral. Mientras que durante los fines de semana la demanda es mínima.

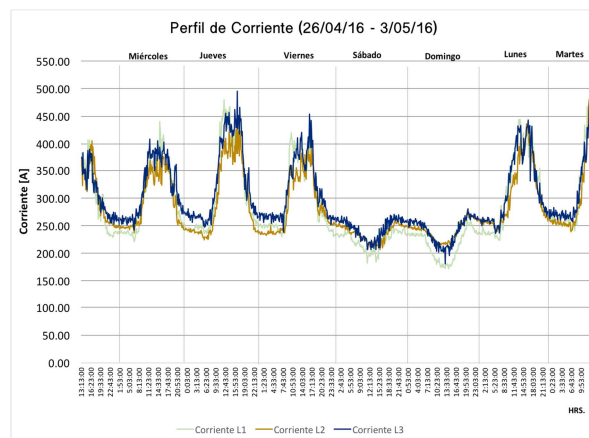


Fig. 6. Perfil de corriente del IER para las 3 fases durante la semana del 26/04/16 al 03/05/16.

3.3 Resultados del levantamiento del IER-UNAM

Se contabilizó un total de 1096 luminarias distribuidas en todo el instituto, representando una potencia instalada de aproximadamente 117,2 kW. En la parte de cómputo se cuenta con 411 equipos entre computadoras, pantallas, impresoras, cañones, etc., lo cual es 103,2 kW de potencia. En aire acondicionado son 52 equipos de diferentes capacidades, lo que da 240,6 kW. En la Tabla 1, se puede observar la distribución de consumo diario, consumo semanal y demanda de potencia para las 9 categorías en las que se dividió el levantamiento.

CATEGORÍAS	Consumo diario (kWh)	Consumo semanal (kWh)	Demanda instalada (kW)
Aire acondicionado	839,20	4884,04	240,67
Bomba	60,03	327,51	17,29
Cómputo	688,28	3758,93	107,91
Enfriadores de agua	187,26	1007,59	18,51
Eq. de laboratorio	694,99	1929,09	116,46
Misceláneos	398,90	2336,45	64,55
Taller	23,68	71,03	23,68
Ventiladores	11,23	52,40	2,94
Iluminación	851,94	4202,60	117,17

Tabla 1. Consumo de energía diario y semanal y demanda instalada para las diferentes categorías del DEN-IER.

Escalando estos resultados a un mes, que es el tiempo en que se factura la energía eléctrica, podemos observar en la Figura 7 el porcentaje que representa cada uno de estos rubros en el total de la energía consumida por el Instituto.

Es notable como el mayor porcentaje lo tiene el aire acondicionado y la iluminación, por lo cual se deberán buscar acciones encaminadas a reducir estos porcentajes.

Sin embargo, considerando que el periodo en el cual se decidió hacer el levantamiento, es parte de la etapa más cálida de la localidad, es necesario el uso durante mayor tiempo del aire acondicionado para poder lograr un ambiente de confort dentro de los recintos que cuentan con dichos equipos.

Se espera que en los meses correspondientes al invierno, el uso de estos equipos sea menor, así como se puede notar en la Figura 3, en la cual se pueden comparar dos meses con actividad laboral en el IER-UNAM, pero que pertenecen a diferente estación del año, como en el caso de mayo y noviembre; en estos se puede observar cómo a pesar de tener la misma actividad, durante el mes de noviembre el consumo energético tiene una notable disminución, asociado principalmente al consumo de electricidad de equipos como aires acondicionados.

Haciendo la separación del consumo por edificios, se puede ver cuáles son los que tienen un mayor consumo con respecto a otros. Se hace una separación de los diferentes edificios del instituto de acuerdo a la actividad principal de mismo, obteniendo así, 12 categorías diferentes: exteriores, laboratorios, cubículos del a al e, administrativos, taller mecánico, aulas, biblioteca, y cafetería. En la Figura 8, se ve la distribución de los porcentajes de consumo por área.

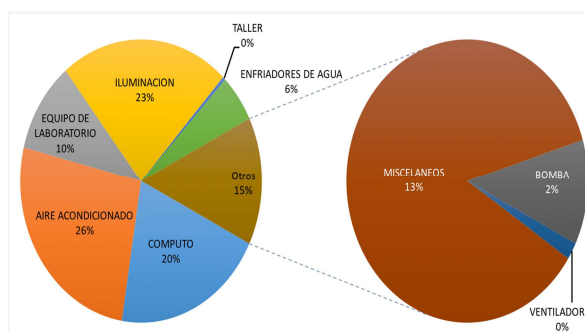


Fig. 7. Porcentaje del consumo mensual por uso final de la energía.

Más de la mitad de la energía se va a los laboratorios, lo cual es congruente con la función de investigación que se tiene en el instituto. La parte de exteriores, que representa una parte igual alta, básicamente corresponde a toda la iluminación que se tiene para el horario nocturno. Se muestran en la Figura 9 un desglose de los laboratorios para conocer cuáles son aquellos que consumen más y encaminar las propuestas de ahorro y uso eficiente a estos.

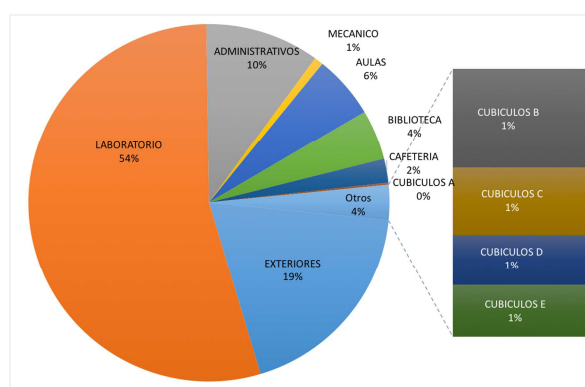


Fig. 8. Porcentaje de consumo por tipo de edificios.

De la Figura 9, se puede ver que la mayor parte del consumo energético se va hacia el Edificio 3.1, el cual concentra una gran cantidad de laboratorios especializados en investigación e innovación de energías renovables. Este nuevo edificio está equipado en su totalidad con sistemas de aire acondicionado, lo cual se refleja en su consumo mayor.

Además, la mayoría de los equipos que cuenta en su interior manejan experimentos a lo largo de todo el día por varios días a la semana. El resto de los laboratorios se construyeron con una filosofía de no usar sistemas de aire acondicionado salvo aquellos en los que se requiera una temperatura ambiente controlada, como es el caso de los laboratorios de instrumentación y de Fotovoltaicos I.

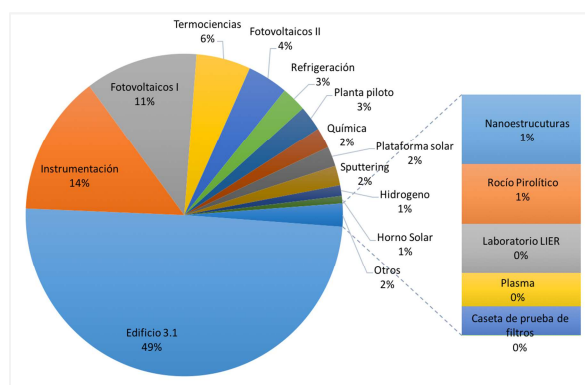


Fig. 9. Desglose del porcentaje de consumo mensual de los laboratorios.

3.4 Indicadores energéticos

Como se describió en la metodología, según lo estipulado en la ISO 5000-1, se seleccionó el ICEE por m^2 construido (kWh/m^2) anual para comparar el consumo energético de cada edificación del IER contra edificaciones de usos similares. Es

decir, el uso mensual y anual de energía por metro cuadrado construido. Este ICEE fue calculado después de analizar los datos obtenidos del levantamiento realizado al instituto de la siguiente manera:

$$ICEE = \frac{\text{Consumo anual (kWh)}}{\text{Área construida (m}^2\text{)}}$$

El edificio que cuenta con un menor consumo de energía por metro cuadrado al año es la caseta de pruebas de filtros, lugar que únicamente cuenta con una luminaria puesto que esta totalmente a oscuras. Por otro lado, el laboratorio de instrumentación tiene el mayor índice de todos los edificios, esto debido al uso continuo de aire acondicionado para el buen funcionamiento de los equipos de trabajo.

Entre las edificaciones censadas existen edificios destinados a diferentes actividades los cuales pueden aglomerarse en: oficinas, salones de clase, laboratorios de investigación, talleres y restaurante.

EDIFICIOS DEL IER-UNAM	ICEE del IER
Administración	27,55
Auditorio Tonatiuh	3,68
Biblioteca	105,16
Cafetería	71,91
Canchas	8,73
Caseta de prueba de filtros	0,81
Caseta de vigilancia	490,26
CEMIE-Solar	62,32
Cubículos A	29,18
Cubículos B	22,97
Cubículos C	20,42
Cubículos D	17,74
Cubículos E	64,62
Dirección	44,91
Edificio 3.1	50,48
Exteriores	8,61
Horno Solar	3,93
Laboratorio de Hidrógeno	48,42
Laboratorio de Instrumentación	1672,43
Laboratorio de Nanoestructuras	39,62
Laboratorio de Óxidos Metálicos	21,35
Laboratorio de Plasma	17,10
Laboratorio de Química	38,90
Laboratorio de Refrigeración	62,65
Laboratorio de Rocío Piroclítico	55,99
Laboratorio de Sputtering	467,04
Laboratorio de Termociencias	142,40
Laboratorio Fotovoltaicos I	564,55
Laboratorio Fotovoltaicos II	407,16
Laboratorio LIER	4,30
Lobby	17,57
Planta piloto	794,50
Plataforma solar	2,94
Posgrado	20,07
STUNAM	42,52
Taller	10,72
PROMEDIO	150,51

Tabla 2. ICEEs generados.

Con el fin de comparar el consumo energético de los edificios del IER contra los promedios nacionales, se dividen los edificios de acuerdo al uso que se lleve. En oficinas se encuentra: toda la parte de administrativos. En escuelas las aulas de docencia, incluyendo los auditorios. El taller mecánico como taller. La cafetería principal del instituto dentro de la categoría de restaurantes y todos los laboratorios incluyendo el edificio 3.1 dentro de la categoría de laboratorios.

La tabla 3 muestra las diferentes categorías de edificaciones haciendo una suma del consumo energético anual y el área de todas las edificaciones incluidas dentro de cada rubro para poder analizar el conjunto de edificios como si fuera uno solo y compararlos con los promedios nacionales (Morillón et al, 2005).

Es notable como a pesar del incremento de consumo eléctrico del IER, los valores anuales promedio por unidad de área se mantienen por debajo del nacional para las oficinas, escuelas y restaurante. Para el caso de los laboratorios y talleres de servicio, que no se tiene contra que comparar, se obtienen valores incluso por debajo del promedio de oficinas.

TIPO	Indicador promedio (kWh/m ² -año)	Promedio nacional (kWh/m ² -año)
Oficinas	46,48	144,01
Escuelas	17,63	79,63
Talleres de servicio	10,72	
Restaurantes	71,91	299,06
Laboratorios	44,88	

Tabla 3. ICEEs promedio y comparados con nacional.

Inclusive sin hacer el análisis promedio previo, se puede observar comparando con los valores nacionales de la Tabla 3 con los ICEEs de la Tabla 2, que solo dos edificios de los que se tienen datos sobrepasan este promedio nacional, la caseta de vigilancia (por el área tan reducida de esta) y los cubículos E (por los equipos que se tienen conectados en esta sección).

3.5 Propuestas para el ahorro energético

Habiendo recabado la información y analizado la misma, se generó un paquete de propuestas encaminadas al ahorro energético y monetario de la institución, así como al cuidado ambiental; proponiendo lo siguiente:

- a) Medidas correctivas sin necesidad de inversión económica
 - a. Apagar y desconectar equipos que no se encuentren en uso (por ejemplo, cafeteras, impresoras, ventiladores, cargadores, microondas, proyector, etc.)
 - b. Apagar luminarias y procurar aprovechar al máximo la luz natural.
 - c. Desconectar dispensadores de agua por la noche.
 - d. Activar el “modo de ahorro” de los dispositivos que lo permitan
- b) Medidas correctivas con necesidad de inversión económica
 - a. Instalación de aislamiento térmico para edificios con aire acondicionado.
 - b. Por las características del clima en Temixco, se propone el uso de enfriadores evaporativos o “cooler” en lugar de sistemas de aire acondicionado.
 - c. Mantenimiento anual de cada uno de los equipos instalados, realizado por un técnico especializado. Teniendo como referencia un estudio de la CONUEE que los aires acondicionados que tienen dos años o más sin mantenimiento, consumen el doble de energía (CONUEE, 2016).
 - d. Sustitución de luminarias T8, por luminarias T5, las cuales tienen un amplio rango de aplicaciones como oficinas e institutos de investigación, además tienen una vida útil de 24,000 horas que se traduce en 2.7 años, y eficacia luminosa de hasta 104 lm/W a una temperatura ambiente de 35°C, lo cual se adapta a las condiciones climáticas del estado de Morelos.
 - e. Sustitución de luminarias del área deportiva por Reflectores de LED (Ecolight, 2016) de 50W, lo cual implica un ahorro del 95% de la energía consumida por una sola luminaria de las 8 actualmente instaladas, además tienen una vida útil de más de 50,000 horas que se traduce en 5.7 años.
 - f. Campañas de concientización y formación de buenos hábitos en cuanto a los ocupantes que sean considerados usuarios finales del servicio eléctrico en los diferentes edificios que componen el IER.
 - g. Uso y promoción de aire acondicionado solar creado por investigadores de la entidad (Fundación UNAM, 2016).
 - h. Automatizar el uso de primordialmente luminarias y aire acondicionado.

4. Conclusión

Conforme el Instituto de Energías Renovables ha crecido a lo largo de su historia, su consumo energético ha aumentado a la par; y a pesar de esto, sus perfiles de consumo siguen siendo muy similares, aunque mayores en cuanto a unidad de carga y corriente; y mostrando que los dispositivos o equipos de aire acondicionado, cómputo y de laboratorio son los que mayor demanda y consumo tienen. Esto nos llevó a generar estrategias y propuestas que ayuden al IER a conseguir una mayor eficiencia energética, las cuales requieren en su totalidad del apoyo de cada una de las personas que estudia y labora en la entidad, mientras que algunas también requieren de estímulos económicos para su puesta en marcha.

5. Agradecimientos

Este trabajo se basó en un diagnóstico realizado por los alumnos del curso Diagnóstico y Evaluación Energética 2016-2, de la Licenciatura de Ingeniería en Energías Renovables. Gracias a todos y cada uno de los compañeros por su contribución a este proyecto (Brenda Ayala, Tahiry Bolaños, Nydia Valladares, Hugo Castillo, Edgar Portillo, Emeeth Mercado, Sinuhé Méndez, Guillermo Kuri, Iván Bolaños, Danaë Haro, Anahí Olmos, Fernando Núñez, Sebastián Guzmán, Aideé Zamora, Sofía Peniche y José Luis Perea).

Se agradece de igual forma al Dr. Antonio del Río (director del IER), al Dr. Miguel Robles (coordinador de la LIER), al personal académico, administrativo, sindicalizado y al alumnado en general del IER-UNAM.

6. Referencias

- AEDIE (2003). Manual de auditorías energéticas. España.
- Atikol, U. Energy management and utilisation. Chapter 2 Energy Audit. EMU Energy Research Centre, Turquía. Consulta en línea en: [<http://goo.gl/6l3GgZ>]
- BIOSOL. (2016). BIOSOL: Software para el estudio del bioclima, control solar e iluminación natural. II-UNAM. Ciudad de México.
- CCNNPURRE (2014). NOM-007-ENE-2014, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales. México. Consulta en línea en: [<http://goo.gl/3vcxEn>]
- CONUEE (2013). Guía para elaborar un diagnóstico energético en inmuebles. México. Consulta en línea en: [<https://goo.gl/SJrhPb>]
- CONUEE. (2016) Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. ACCIONES Y PROGRAMAS. México. Consulta en línea en: [<http://goo.gl/W4mS89>]
- Dorantes, R. y González, B. (2006). PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE ENERGÍA EN EL CIE. México.
- Ecolight, 2016. Catálogo de productos. México. Consulta en línea en: [<http://goo.gl/SAbclU>]
- ESOLMET-IER (2016). Base de datos de la estación solarimétrica del Instituto de Energías Renovables. IER-UNAM. Temixco, Morelos. México. Consulta en línea en: [<http://goo.gl/SCywSk>]
- Fundación UNAM. (2016). Crea UNAM aire acondicionado utilizando energía solar. UNAM. UNAM. México. Consulta en línea en: [<http://goo.gl/GOGZdl>]
- Hernández, M. y Labrador, L., 2016. Auditoría energética. CUBASOLAR, Cuba. Consulta en línea en: [<http://goo.gl/BG7kce>]
- Junta de Castilla y León (S/F). Tomo 1 Manual de procedimiento para la realización de auditorías energéticas en edificios. España.
- Morillón, D. Et al. (2005). Retos y oportunidades para la sustentabilidad energética en México: Consumo y uso final de energía en edificios residenciales, comerciales y de servicio. México.
- OSRAM, 2016. Lumilux T8. Consulta línea en: [<http://goo.gl/zxa0pE>]
- Schneider Electric (2008). GUÍA DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS, CAPÍTULO M.
- SENER, AIE (2011). Indicadores de Eficiencia Energética en México: 5 sectores, 5 retos. México. Consulta en línea en: [<http://goo.gl/F9a8r8>]
- SMN (2016). Servicio Meteorológico Nacional. Normal Climatológica 00017014 Temixco, Morelos. Periodo 1981-2010. Consulta en línea en : [<http://goo.gl/ZECT2D>]

ABSTRACT: A methodology for an energy audit is a tool used to seek the improvement of energy saving measures and environmental conservation, which are key to energy sustainability, making relevant its implementation in any kind of buildings. Apart from the proposed methodology, an energy audit of third level was carried out in the *Instituto de Energías Renovables* (IER) from *Universidad Nacional Autónoma de México* (UNAM) through survey and census of the 36 buildings in the institute, chosen as a study case since it has buildings dedicated to different activities like offices, classrooms, library, cafeteria, labs, etc., in order to characterize current patterns of energy consumption, demand and final use of energy, indicators were defined to compare the energy used by buildings with others in the same climate and working conditions, in the country or in the world, also generating specific strategies towards savings and energy efficiency, such as indicators and corrective proposals within and non-financial investment.

Keywords: Energy audit, energy efficiency, energy indicators, consumption, demand and final use of energy.